

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 8 月 18 日 (18.08.2005)

PCT

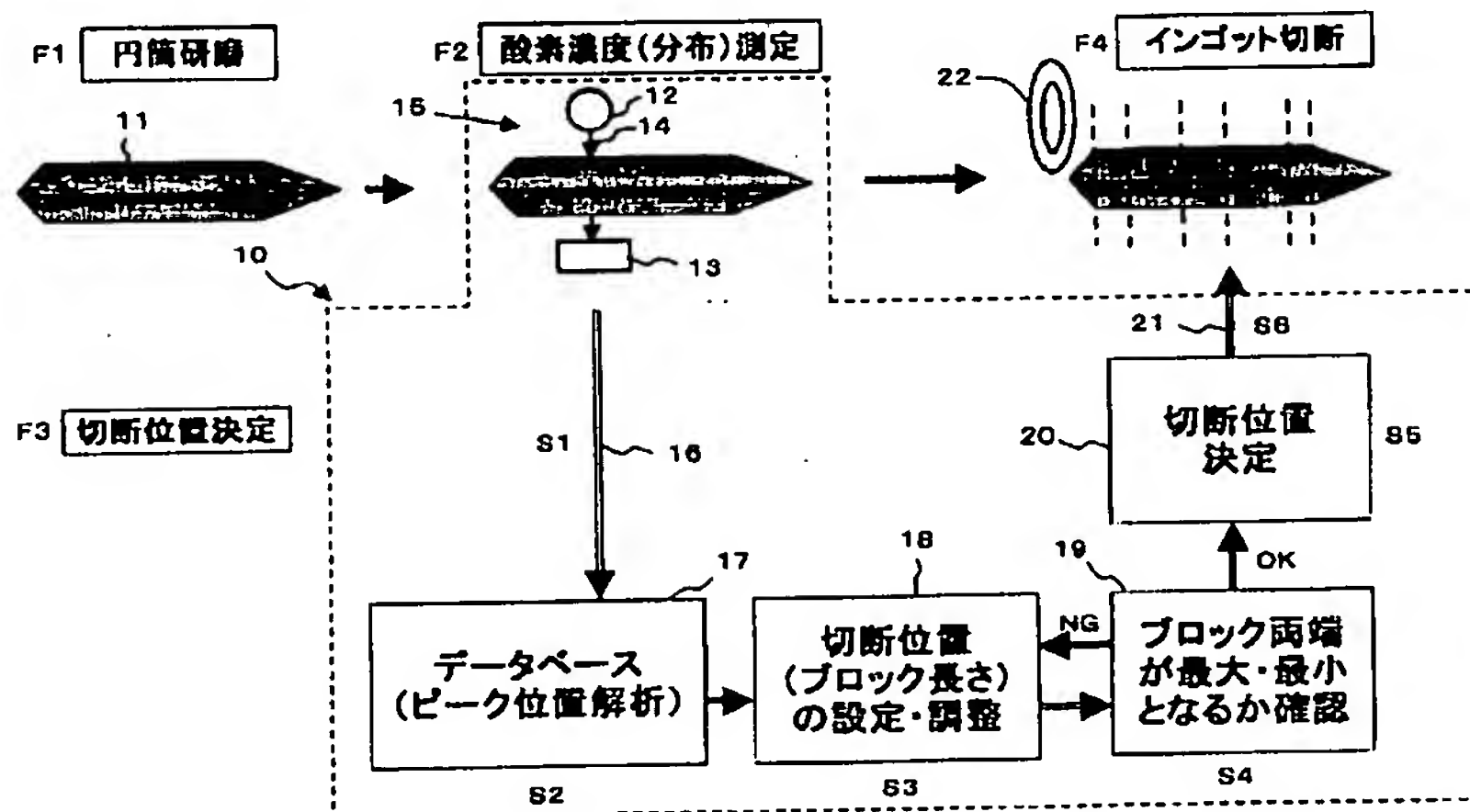
(10) 国際公開番号
WO 2005/076333 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/304, C30B 29/06
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000641
(22) 国際出願日: 2005 年 1 月 20 日 (20.01.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2004-026887 2004 年 2 月 3 日 (03.02.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越
半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 丁目 4 番
2 号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 飯田 誠 (IIDA,
Makoto) [JP/JP]; 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大
字小田倉字大平 1 5 0 番地 信越半導体株式会社 半
導体白河研究所内 Fukushima (JP).
(74) 代理人: 好宮 幹夫 (YOSHIMIYA, Mikio); 〒1110041
東京都台東区元浅草 2 丁目 6 番 4 号 上野三生ビル
4 F Tokyo (JP).
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

/続葉有/

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR WAFER AND SYSTEM FOR DETERMINING CUT PO-
SITION OF SEMICONDUCTOR INGOT

(54) 発明の名称: 半導体ウエーハの製造方法及び半導体インゴットの切断位置決定システム



A システムにて自動的に処理

- F1 CYLINDER POLISHING
F3 CUT POSITION DETERMINATION
F2 OXYGEN CONCENTRATION (DISTRIBUTION) MEASUREMENT
F4 INGOT CUTTING
20 CUT POSITION DETERMINATION
17 DATABASE (PEAK POSITION ANALYSIS)
18 CUT POSITION (BLOCK LENGTH) SETTING AND
ADJUSTMENT
19 ASCERTAIN THAT BOTH ENDS OF BLOCK ARE
MAXIMUM/MINIMUM
A AUTOMATIC PROCESSING BY SYSTEM

(57) Abstract: A method for manufacturing a semiconductor wafer from a semiconductor ingot is characterized in that the oxygen concentration distribution along the growth axis of an ingot is measured (F2), the position at which the oxygen concentration is maximum or minimum within a predetermined length image is determined as a cut position (F3) according to the measurement results, the ingot is cut perpendicularly to the growth axis at the cut position into a block at both ends of which the oxygen concentrations are maximum and minimum (F4), and the block is sliced into a semiconductor wafer. With this, a technique of reliably manufacturing from a semiconductor ingot a semiconductor wafer where the oxygen concentration is within a predetermined specific range.

(57) 要約: 半導体インゴットから半導体ウエーハを製造する方法において、前記インゴットの状態で成長軸方向の酸素濃度分布を測定し (F2)、該測定結果に基づいて、所定の長さの範囲内において酸素濃度が最大値又は最小値となる位置を切断位

置に決定し (F3)、該切断位置にお

/続葉有/

WO 2005/076333 A1



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

いて前記成長軸に垂直な方向に前記インゴットを切断することにより、酸素濃度が両端において最大値及び最小値
となるブロックに切断し (F4)、該ブロックをスライスすることにより半導体ウエーハを製造することを特徴と
する半導体ウエーハの製造方法。これにより、半導体インゴットから半導体ウエーハを製造する際、酸素濃度が所
定の規格範囲内となるウエーハを確実に製造することができる技術が提供される。

明 細 書

半導体ウェーハの製造方法及び半導体インゴットの切断位置決定システム

技術分野

- [0001] 本発明は、半導体インゴットを切断して半導体ウェーハを製造する技術に関し、特に、所定の酸素濃度を有する半導体ウェーハを確実に得るための半導体ウェーハの製造方法及び半導体インゴットの切断位置決定システムに関する。

背景技術

- [0002] 従来、シリコン単結晶インゴットからシリコンウェーハを製造する場合、例えば、チョクラスキー法(CZ法)により育成した単結晶インゴットを円筒状に研削して所定の寸法(直径)に仕上げ、製品として使用不可能なトップとテールの部分を切り落とす。その後、インゴットを所定の位置で切断し、内周刃、ワイヤーソー等のスライシング装置に投入可能な長さのブロックにする。この時、酸素濃度等の品質検査用サンプルも同時に切り出す。次いで、各ブロックを所定の厚さにスライスすることによりシリコンウェーハを得ることができる。
- [0003] シリコン単結晶等の半導体インゴットを製造する方法としては、CZ法のほか、浮遊帯域熔融法(FZ法)等も知られているが、近年、半導体ウェーハの大口径化が進んでおり、例えば直径300mm以上に達するシリコン単結晶インゴットを育成する場合にはCZ法が用いられる。

CZ法によりシリコン単結晶インゴットを育成する場合、原料となるシリコン融液を収容する容器として石英ルツボが使用されるが、育成中、石英ルツボから酸素が融液中に溶解込み、育成されたインゴット内に酸素が取り込まれることになる。なお、酸素濃度の低い単結晶を得る場合には、原料融液に磁場を印加して対流を抑制するMCZ法が採用されることもある。

単結晶中の酸素濃度は、ルツボの回転速度、引上げ速度、温度勾配等を調整することにより制御されるが、同じ結晶内部でもある程度ばらつきが生じることは避けられ

ない。しかし、結晶中の酸素濃度はウェーハに加工した後のゲッタリング能力等に影響し、デバイス工程における歩留りに影響する。従って、ウェーハ内の酸素濃度は所定の規格範囲内にあることが要求され、育成したインゴットの酸素濃度を評価する必要がある。

[0004] 従来、育成したシリコン単結晶インゴットの品質を評価する方法として、インゴットを所定の長さのブロックに切断した後、各ブロックの両端の部分を評価する方法がある。

例えば、インゴットをブロックに切断する際、インゴットの切断位置を、任意の位置、もしくは、引き上げ速度などの情報に基づいて決定した位置とする。そして、切断後、ブロックの両端から品質測定用のスラブサンプルを採取し、そのスラブサンプルの抵抗率や酸素濃度を評価することによって、ブロックの合否判定を行う。

[0005] このような方法によれば、ブロック内部の抵抗率は偏析係数等から計算によりかなり正確に予測することができる。しかし、ブロック内部の酸素濃度はブロック端面の酸素濃度より高かったり或いは低かったりすることがしばしばある。特にMCZ法により単結晶を育成すると、磁場の分布等によっては酸素濃度が突然変化する場合がある。

従って、酸素濃度の規格が厳しい場合、例えばブロック中に酸素濃度のピークがある様な結晶ではブロック端面の酸素濃度が合格していても、ブロック中の酸素濃度も規格を満足しているとは限らなかった。特に、端面の酸素濃度が規格ぎりぎり合格したブロックをスライスして得たウェーハは、酸素濃度不良によりデバイス工程で問題を引き起こす可能性がある。

また、上記のようなブロックの端面のみの酸素濃度を評価する方法では、酸素濃度の局所的な変動を見逃すことが多く、単結晶製造レシピに問題があるにもかかわらずそれを認識できない場合がある。そのため、単結晶製造レシピの改善が進み難いという問題もある。

[0006] このような問題を改善する方法として、赤外吸収スペクトル装置等によりインゴットの長さ方向(成長軸方向)の酸素濃度分布を測定し、所定の酸素濃度に適合する部分のみをスライシング用のブロックとして切断する方法が提案されている(特開2002-174593号公報参照)。具体的には、単結晶インゴットを円筒研削した後、径方向から

赤外線を入射し、その吸収から酸素濃度を測定する。このような測定をインゴットの長さ方向に沿って所定の間隔をあけて行うことにより、長さ方向の酸素濃度分布を測定することができるというものである。

- [0007] しかし、上記のようにインゴットのまま測定される横方向(径方向)の酸素濃度は、その部分の平均値であるため、例えばインゴットの中心と周辺で酸素濃度に差がある場合、測定値が規格を満足していても、実際には中心或いは周辺の酸素濃度は規格を満足していないことがある。すなわち、上記のような方法では、実際にはブロックの中心または周辺が酸素濃度の規格を満足していないものが合格と判定されてしまうおそれがある。

従って、合格と判定されたブロックをウエーハに加工しても、実際には酸素濃度の規格を満たしていないウエーハがデバイス工程に投入される可能性が高く、信頼性が十分でないという問題がある。

発明の開示

- [0008] 本発明はこのような問題点に鑑みなされたもので、直径150mm以上の半導体インゴットから半導体ウエーハを製造する際、酸素濃度が所定の規格範囲内となるウエーハを確実に製造することができる技術を提供することを目的とする。
- [0009] 本発明によれば、半導体インゴットから半導体ウエーハを製造する方法において、前記インゴットの状態で成長軸方向の酸素濃度分布を測定し、該測定結果に基づいて、所定の長さの範囲内において酸素濃度が最大値又は最小値となる位置を切断位置に決定し、該切断位置において前記成長軸に垂直な方向に前記インゴットを切断することにより、酸素濃度が両端において最大値及び最小値となるブロックに切断し、該ブロックをスライスすることにより半導体ウエーハを製造することを特徴とする半導体ウエーハの製造方法が提供される。
- [0010] このようにインゴットの状態で測定した成長軸方向の酸素濃度分布に基づき、酸素濃度が両端において最大値及び最小値となるブロックに切断すれば、ブロック中の酸素濃度はその最小値と最大値の間の値となる。従って、ブロックの両端の酸素濃度(最大値及び最小値)が規格範囲内であれば、そのブロックをスライスしてウエーハ

に加工することにより、規格範囲内の酸素濃度を有するウェーハを確実に製造することができる。

- [0011] この場合、前記切断位置の決定は、前記半導体インゴットを予め設定した長さの範囲内のブロックに分け、該ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を調整し、全てのブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となることを確認したときに前記切断位置に決定することができる。

このように予め設定したブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を調整し、全てのブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となることを確認したときに切断位置に決定すれば、容易にかつ確実に、各ブロックが、両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断することができる。

- [0012] また、前記切断位置の決定は、酸素濃度が規格範囲内であって、ブロックの両端において最大値及び最小値となるように前記切断位置を決定することもできる。

すなわち、インゴットの酸素濃度分布において規格範囲外の部分がある場合には、酸素濃度が規格範囲内であり、かつ、ブロックの両端において最大値及び最小値となるように切断位置を決定すれば、ブロック中は規格範囲外の部分が混入することを避けることができる。

- [0013] また、前記半導体インゴットを切断して得たブロックの両端からサンプルを切り出し、各サンプルの面内の酸素濃度を測定し、該面内の酸素濃度が規格範囲内であれば、前記ブロックをスライスして半導体ウェーハを製造し、一方、サンプルの面内における酸素濃度が規格範囲外であれば、さらに前記ブロックの端からサンプルを切り出して面内の酸素濃度の測定を繰り返して行い、該面内の酸素濃度が規格範囲内になれば、前記ブロックをスライスして半導体ウェーハを製造することが好ましい。

- [0014] ブロック内部の酸素濃度は両端の酸素濃度の間にあるので、上記のようにブロックの両端から切り出したサンプルについて面内の酸素濃度を測定し、規格範囲内にあることを確認した上でスライスすれば、規格範囲内の酸素濃度を有するウェーハをより確実に製造することができる。また、規格外のものをブロックの段階で排除できるので、以後のスライス等の工程が無駄になるといったこともなくなる。

また、両端から切り出したサンプルの酸素濃度が規格範囲外の部分があることが分

かった場合、その位置を正確に把握することができるので、次回の半導体インゴットの製造にフィードバックすることによりインゴットの製造レシピを効率的に改善することができる。

- [0015] 前記半導体インゴットとして、直径150mm以上のシリコン単結晶インゴットを用いることができる。

シリコン単結晶はデバイス用の半導体ウェーハとして汎用されている。シリコン単結晶インゴットはCZ法により製造されることが多く、結晶中の酸素濃度の評価が重要となる。一方、シリコン単結晶インゴットの直径が大口径になるに従い酸素濃度規格が厳しくなるため、軸方向及び径方向の酸素濃度制御が難しくなる傾向がある。そこで、直径150mm以上、より好ましくは直径200mm以上の半導体ウェーハの製造において、本発明を適用すれば、規格範囲内の酸素濃度を有するシリコンウェーハを確実に、かつ効率的に製造することができるので、デバイス製造歩留りの向上、製造コストの低下につなげることができ、特に有効である。

- [0016] さらに本発明によれば、半導体インゴットを切断してブロックにする際の切断位置を決定するシステムであって、少なくとも、前記インゴットに対して成長軸方向の酸素濃度分布を測定する手段と、該測定した酸素濃度分布データをデータベースに取り込む手段と、前記切断により得るブロックの両端において酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を決定する手段と、該決定した切断位置の情報をインゴット切断機に送信する手段とを具備することを特徴とする半導体インゴットの切断位置決定システムが提供される。

- [0017] このような半導体インゴットの切断位置決定システムであれば、インゴットの成長軸方向の酸素濃度に基づき、ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となる切断位置をインゴット切断機に自動的に送り、作業者の負担が掛からず、半導体インゴットをその切断位置で切断することができる。そして、このように切断されたブロック中の酸素濃度は、両端で最大値及び最小値となるので、それらの値が規格値を満足していれば、酸素不良ウェーハがデバイス工程に投入されることを確実に防止することができるし、以後の工程が無駄になることもない。

さらに、成長軸方向の酸素濃度分布を正確に、かつ、容易に把握することができる

ので、単結晶製造レシピを適正なものに改善するための情報を得ることもできる。

- [0018] この場合、前記切断位置を決定する手段が、前記半導体インゴットを予め設定した長さの範囲内のブロックに分ける手段と、該ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を調整する手段と、該ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となることを確認する手段とを含むことができる。

このような切断位置決定手段とすれば、主に切断位置の調整と酸素濃度の確認により迅速かつ的確に切断位置を決定し、短時間で確実に所定の長さを有するとともに両端面が酸素濃度の最大値と最小値となる切断位置の決定を行うことができるものとなる。

- [0019] 本発明によれば、半導体インゴットをブロックに切断する際、ブロックの両端の酸素濃度がそのブロック中の最大値及び最小値となるように切断するため、ブロックから切り出されたウェーハの酸素濃度は両端の値の範囲内となる。従って、両端の酸素濃度が規格範囲内であれば、このブロックをスライスすることにより、酸素濃度が所定の規格範囲内となるウェーハを確実に製造することができるとともに、酸素濃度不良のウェーハをデバイス工程に投入することを確実に防ぐことができる。特に、磁場の分布によっては酸素濃度が突然変化することがあるMCZ法により育成した単結晶に本発明を適用すれば極めて有効となる。

- [0020] また、ブロック両端の酸素濃度によってブロック内部の酸素濃度の品質保証を確実に行うことができるので、品質保証上極めて有利となる。

さらに、スライス以降の工程の無駄もなくなる上に、半導体インゴットの製造レシピの改善も効率よく且つ適正に行うことができるので、半導体インゴットからウェーハを製造する際の歩留りの向上にもつながる。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]本発明に係る半導体インゴットの切断位置決定システムの一例を示す概略構成図である。

[図2]インゴットの成長軸方向の酸素濃度分布を示す図である。

[図3]インゴットの切断位置を示す図である。

[図4]スラブサンプルの中心及び周辺の酸素濃度の測定結果を加えた図である。

[図5]再検査によるスラブサンプルの酸素濃度の測定結果を加えた図である。

発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、本発明の好適な態様として、シリコン単結晶インゴットからシリコンウエーハを製造する場合について添付の図面に基づいて具体的に説明する。

図1は、本発明に係る半導体インゴットの切断位置決定システムの一例の構成と、インゴットの切断までのフロー(F1ーF4)を概略的に示す図である。

この切断位置決定システム10は、主に、シリコン単結晶インゴット11に対して成長軸方向の酸素濃度分布を測定する手段15と、該測定した酸素濃度分布データをデータベースに取り込む手段16, 17と、前記切断により得るブロックの両端において酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を決定する手段18ー20と、該決定した切断位置の情報をインゴット切断機22に送信する手段21とを具備している。

[0023] 酸素濃度分布測定手段15は、インゴットの状態で、成長軸方向の酸素濃度分布を測定できるものであれば特に限定されないが、赤外吸収スペクトル装置(IR)又はフーリエ赤外線スペクトル装置(FTIR)を好適に用いることができる。特に、自動的に酸素濃度を測定する装置として、例えばQS-FRSシステム(アクセント社製)が市販されている。この装置は、単結晶インゴット11の横方向(径方向)から赤外線14を入射し、その吸収から単結晶インゴット11の径方向の平均酸素濃度を自動的に測定することができる。

[0024] 一方、切断位置決定手段18ー20は、シリコン単結晶インゴットを、予め設定した長さの範囲内のブロックに分けるとともに、該ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を調整する手段18と、該ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となることを確認する手段19とから構成されている。

なお、データ取り込み手段16, 17と、切断位置決定手段18ー20と、送信手段21は、例えば少なくとも1台の電子計算機及びプログラムによって構成することができる。

[0025] このような切断位置決定システム10を用いてシリコン単結晶インゴット11からシリコンウエーハを製造する方法について具体的に説明する。

まず、ウェーハに加工すべきシリコン単結晶インゴット11を用意し、所定の直径に円筒研削あるいは円筒研磨を行う(F1)。このようにインゴットを円筒研削(円筒研磨)することにより表面散乱を抑制することができ、赤外線による酸素濃度の測定が容易となる。なお、円筒研削時の粒度は70以上あればよく、通常の円筒研削の表面状態で十分測定可能である。

[0026] 次に、酸素濃度分布測定手段15により、インゴットの状態で成長軸方向の酸素濃度分布を測定する。測定手段15は、赤外線源12と赤外線検出器13とを有し、シリコン単結晶インゴット11の径方向から赤外線14を入射し、その吸収からインゴット11の径方向の酸素濃度を測定する。そして、赤外線源12等を成長軸方向に走査することにより、インゴットの状態で単結晶インゴット中の成長軸方向の酸素濃度分布を測定することができる(F2)。

[0027] なお、このとき赤外線検出器13の赤外線吸収による酸素濃度測定は、従来用いられている 1107cm^{-1} の格子間酸素とシリコンのSi-O結合から発せられるピークではなく、 1720cm^{-1} の格子間酸素とシリコンのSi-O結合から発せられるピークを使用する。

これは、インゴットの状態では 1107cm^{-1} のピークを検出しようとする、表面散乱や妨害ピークが生じるが、 1720cm^{-1} のピーク付近には、妨害ピークがないため、インゴットの状態でも好適に検出することができる。

また、本発明では、インゴットの長さ方向に任意の間隔で測定することができるが、5〜20mmの間隔で測定することが好ましい。5mm未満の間隔で測定を行うと測定時間が長くなり、一方、20mmを超える間隔で測定すると成長軸方向の酸素濃度分布の精度が低くなり、所定の範囲内で酸素濃度のピーク位置(最大値、最小値)を正確に判定できなくなるおそれがある。

[0028] 酸素濃度の測定は、できるだけインゴットが長い状態で酸素濃度を測定した方が、後のインゴット切断工程の自由度が大きくなるので好ましく、育成後のインゴットのトップとテールの部分を切り落とす前に行うことができる。ただし、酸素濃度測定装置の周辺装置や設置場所により制約がある場合は適当な長さに切断した後で酸素濃度を測定しても良い。

[0029] 成長軸方向の酸素濃度分布を測定した後、測定結果に基づいて、所定の長さの範囲内において酸素濃度が最大値又は最小値となる位置を切断位置に決定する。

まず、赤外線検出器13により測定された酸素濃度分布のデータを、インゴット切断位置決定システム10のデータベース17に自動的にデータを取り込む手段16によって取り込む(S1)。

[0030] そして、酸素濃度が最大値または最小値に対応するような位置(ピーク位置)を自動的に解析し(S2)、予め設定した長さの範囲内のブロックに分ける(S3)。このとき設定するブロック長さは、スライシング装置に投入可能な長さとする。インゴットの長さが短かすぎると、スライス装置へのチャッキングに問題が生じるし、逆に装置能力以上の長さがあるとスライスできないからである。ただし、ブロックをあまりに細かく設定すると、後の切断工程及びスライシング工程で作業時間が長くなるほか、歩留りが低下するおそれがあるので、ブロックの長さは、5〜50cmの範囲内、特に10〜40cmの範囲内に設定することが好ましい。

[0031] 次いで、上記のように予め設定した各ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるか否か確認し(S4)、ブロック両端の酸素濃度が最大値及び最小値でなければ、切断位置を調整する(S3)。このときの切断位置の調整は、各ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるとともに、各ブロックの長さがスライシング装置に投入可能な長さとなるようにする。

[0032] そして、全てのブロックが所定の長さを有するとともに、その両端の酸素濃度が最大値及び最小値となることを確認したときに切断位置に決定し(S5)、決定された切断位置の情報をインゴット切断機22に送信する(S6)。

以上のようなインゴットの酸素濃度の測定から切断位置の決定までの一連の作業は、本発明に係る半導体インゴットの切断位置決定システム10により自動的に行うことができるので、短時間で済み、また、作業者の負担となることはない。

[0033] 次に、上記決定した切断位置において、成長軸に垂直な方向にシリコン単結晶インゴット11の切断を行う(F4)。

このとき、インゴット11の切断には、バンドソー、内周刃、外周刃などの切断機22を適宜用いることができる。このように切断位置を決定した上でインゴットを切断すること

により、酸素濃度が両端において最大値及び最小値となるブロックに切断されることになる。

なお、酸素濃度が明らかに規格範囲外となる部分、例えば規格値を超えている部分については規格外の部分だけを含むブロックとして切断し、除去すれば良い。例えば、インゴットの酸素濃度分布を測定したときに規格範囲外の部分があれば、切断位置を決定する際、酸素濃度が規格範囲内であって、ブロックの両端において最大値及び最小値となるように切断位置を決定し、規格範囲外となる他の部分は取り除けばよい。特にMCZ法により育成した単結晶において酸素濃度が急激に変化していても、上記のように規格範囲外となっている部分が予め除去されるように切断位置を決定すれば、規格外のブロックやウエーハが混入することを確実に防ぐことができる。

[0034] 上記のように切断されたブロックは、両端において酸素濃度が最大値及び最小値となっているため、その最大値及び最小値がともに規格範囲内であれば、その間のブロック中の酸素濃度は規格範囲内にあると判断することができる。従って、このようなブロックを内周刃、ワイヤーソー等のスライシング装置に投入してスライスすることにより、酸素濃度が規格内のウエーハを確実に製造することができる。

[0035] ただし、インゴットに対し、実際に測定した酸素濃度は径方向、すなわちウエーハに加工した場合の面内での平均値であり、面内の各部分の酸素濃度は多少の相違がある。一般的には、インゴット(ウエーハ面内)の中心の酸素濃度は、測定機15による測定値よりも高く、周辺の酸素濃度は測定機15の測定値よりも低い値を示す。

[0036] そこで、ブロック全体において酸素濃度が確実に規格範囲内であることを確認するため、スライシングの前に、ブロックの両端から結晶品質測定用のスラブサンプルを切り出し、各サンプルの面内の酸素濃度を測定することが好ましい。例えば、スラブサンプルに対し、FTIRにより面内の酸素濃度の測定を行い、合否判定を行う。本発明においてインゴットを切断して得たブロックは両端において酸素濃度が最大値及び最小値となっているため、ブロック中の酸素濃度はブロック両端の酸素濃度の範囲内に入ることになる。従って、ブロックの両端から切り出されたスラブサンプルの面内の酸素濃度を測定し、面内全体にわたって酸素濃度が規格範囲内であれば、ブロック中の酸素濃度、すなわちそのブロックをスライスすることにより得たシリコンウエーハ

の酸素濃度は確実に規格範囲内となる。従って、酸素規格が外れているものをスライスしてしまうといった無駄な工程を行わなくて済む。

- [0037] 一方、ブロックの両端からサンプルを切り出し、各サンプルの面内における酸素濃度を測定したとき、面内における酸素濃度が規格範囲外であれば、そのブロックの両端には酸素濃度が規格範囲外の部分が含まれていると判断することができる。そこで、さらにブロックの端からサンプルを切り出して面内の酸素濃度の測定を繰り返して行う。そして、面内の酸素濃度が規格範囲内になれば、ブロック中の酸素濃度は確実に規格範囲内となったものと判断することができる。なぜならば、インゴットの端面は最大値、最小値といったピーク位置であるから、その隣りのサンプルが合格すれば、それより内側のインゴットは規格内と言えるからである。従って、このブロックをスライスしてシリコンウエーハとすることにより、面内全体にわたり規格範囲内の酸素濃度を有するシリコンウエーハを確実に製造することができる。
- [0038] このように両端の酸素濃度が最大値及び最小値となる切断位置でブロックに切断し、切断後、さらにブロックの両端の面内での酸素濃度を測定すれば、インゴットの状態で酸素濃度測定機により測定した測定値では規格範囲内であるが、実際には中心又は周辺は規格を外れているという場合でも、確実に検出し、見逃すことを防ぐことができる。従って、酸素濃度測定に関して極めて高い信頼性を得ることができ、また、デバイス歩留りの向上、製造レシピの改善を効果的に達成することができる。

実施例

- [0039] 以下、本発明の実施例について説明する。

<インゴットの育成>

口径32インチの石英ルツボに300kgのシリコン多結晶をチャージし、直径300mm、直胴長さ100cmのシリコン単結晶インゴットを製造した。酸素濃度規格は13.5〜16.2ppma (JEIDA)とした。育成したインゴットを円筒研磨した後、QS-FRSシステム(アクセント社製)により、インゴットの状態で、20mmピッチで酸素濃度を測定した。図2はインゴットの成長軸方向の酸素濃度分布を示しており、測定の結果、直胴5cm〜98cmの酸素濃度は規格を満足していた。

[0040] <ブロックへの切断>

酸素濃度分布データを本発明に係るインゴット切断位置決定システムのデータベースに取り込み、スライスング装置に投入可能な長さの範囲内であって、両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を自動的に決定した。図3は決定された切断位置を示しており、インゴットは5つに分けられ、いずれのブロックの両端の酸素濃度は最大値及び最小値となるように決定された(結晶頭部の5cm、尾部の2cmは規格外のため、除外されている)。

[0041] <ブロックの両端の酸素濃度測定>

上記のように決定した切断位置でインゴットを切断し、5つのブロックに分割した。そして、それぞれのブロックの両端からスラブサンプルを切り出し、FTIRによりウェーハ中心及び周辺から10mmの位置で酸素濃度を測定した。FTIRにより測定したサンプルの中心部と周辺部の各酸素濃度の測定値が図4に示されている。

図4に見られるように、FTIRにより測定したスラブサンプル面内の酸素濃度は、それぞれQS-FRSシステムによりインゴットの状態で測定した結果に比較的近い値となるが、中心ではより高く、周辺ではより低い値となる傾向があることが確認された。そして、直胴長さ86cmに相当する部分の中心の酸素濃度は、規格上限(16.2ppma)を超えていることが確認された。

[0042] そこで、酸素濃度が規格外となった切断位置の前後、すなわち4番目のブロックのテール側及び5番目のブロックのトップ側を切り込み、切り込んだ各ブロックの端からさらにスラブサンプルを切り出してFTIRにより酸素濃度を再測定した。その結果、図5に示したように、サンプルの中心及び周辺とも酸素濃度規格を満足した。

[0043] そこで、この5つのインゴットをスライス工程に送り、半導体シリコンウェーハを製造した。得られたウェーハを全数酸素濃度測定したところ、全てのウェーハが規格内であった。

[0044] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は単なる例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

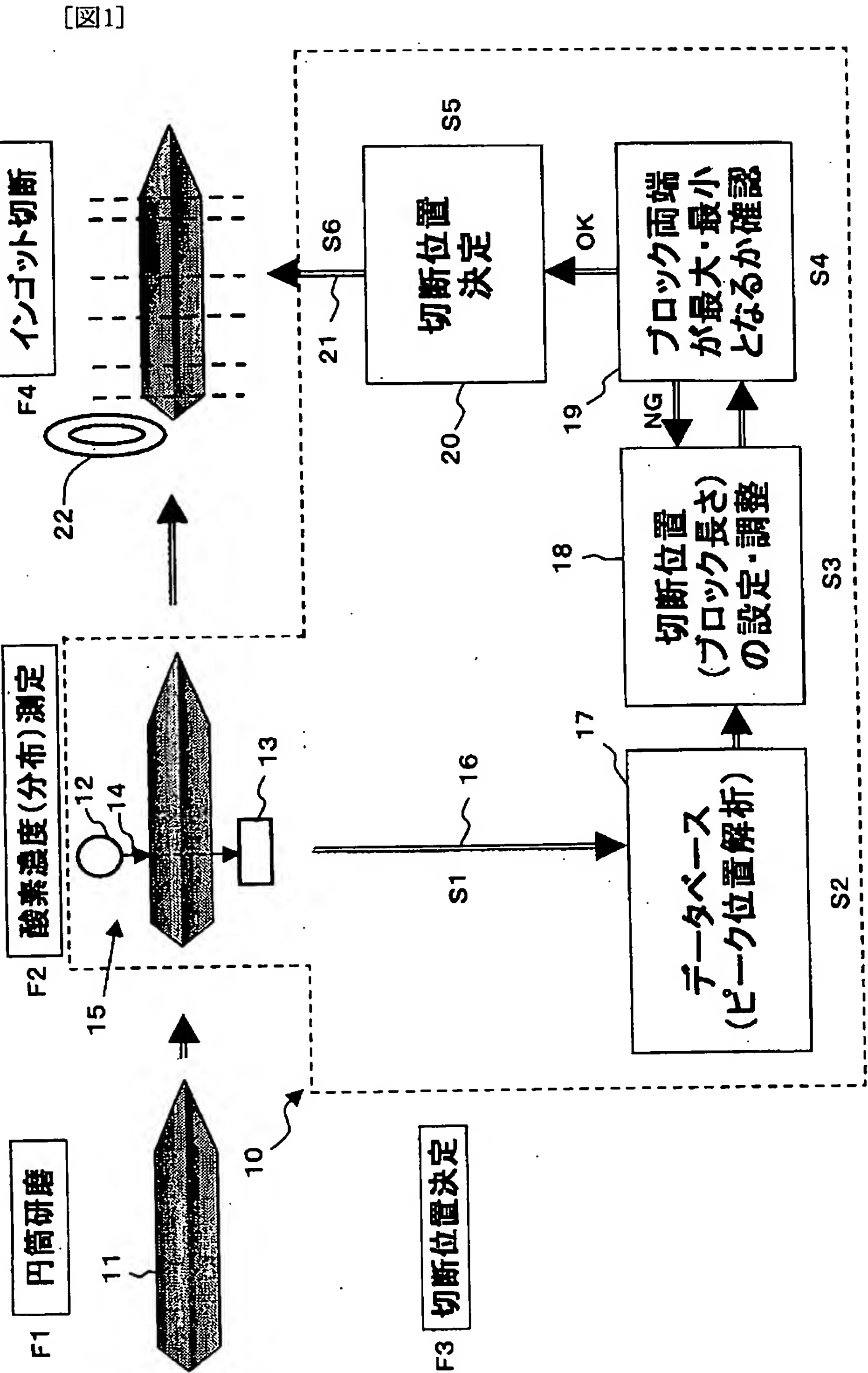
[0045] 例えば、本発明はシリコン単結晶インゴットに限らず、他の半導体インゴットからウェーハを製造する場合にも適用することができる。

請求の範囲

- [1] 半導体インゴットから半導体ウェーハを製造する方法において、前記インゴットの状態で成長軸方向の酸素濃度分布を測定し、該測定結果に基づいて、所定の長さの範囲内において酸素濃度が最大値又は最小値となる位置を切断位置に決定し、該切断位置において前記成長軸に垂直な方向に前記インゴットを切断することにより、酸素濃度が両端において最大値及び最小値となるブロックに切断し、該ブロックをスライスすることにより半導体ウェーハを製造することを特徴とする半導体ウェーハの製造方法。
- [2] 前記切断位置の決定は、前記半導体インゴットを予め設定した長さの範囲内のブロックに分け、該ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を調整し、全てのブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となることを確認したときに前記切断位置に決定することを特徴とする請求項1に記載の半導体ウェーハの製造方法。
- [3] 前記切断位置の決定は、酸素濃度が規格範囲内であって、ブロックの両端において最大値及び最小値となるように前記切断位置を決定することを特徴とする請求項1に記載の半導体ウェーハの製造方法。
- [4] 前記半導体インゴットを切断して得たブロックの両端からサンプルを切り出し、各サンプルの面内の酸素濃度を測定し、該面内の酸素濃度が規格範囲内であれば、前記ブロックをスライスして半導体ウェーハを製造することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の半導体ウェーハの製造方法。
- [5] 前記半導体インゴットを切断して得たブロックの両端からサンプルを切り出し、各サンプルの面内における酸素濃度を測定し、該面内における酸素濃度が規格範囲外であれば、さらに前記ブロックの端からサンプルを切り出して面内の酸素濃度の測定を繰り返して行い、該面内の酸素濃度が規格範囲内になれば、前記ブロックをスライ

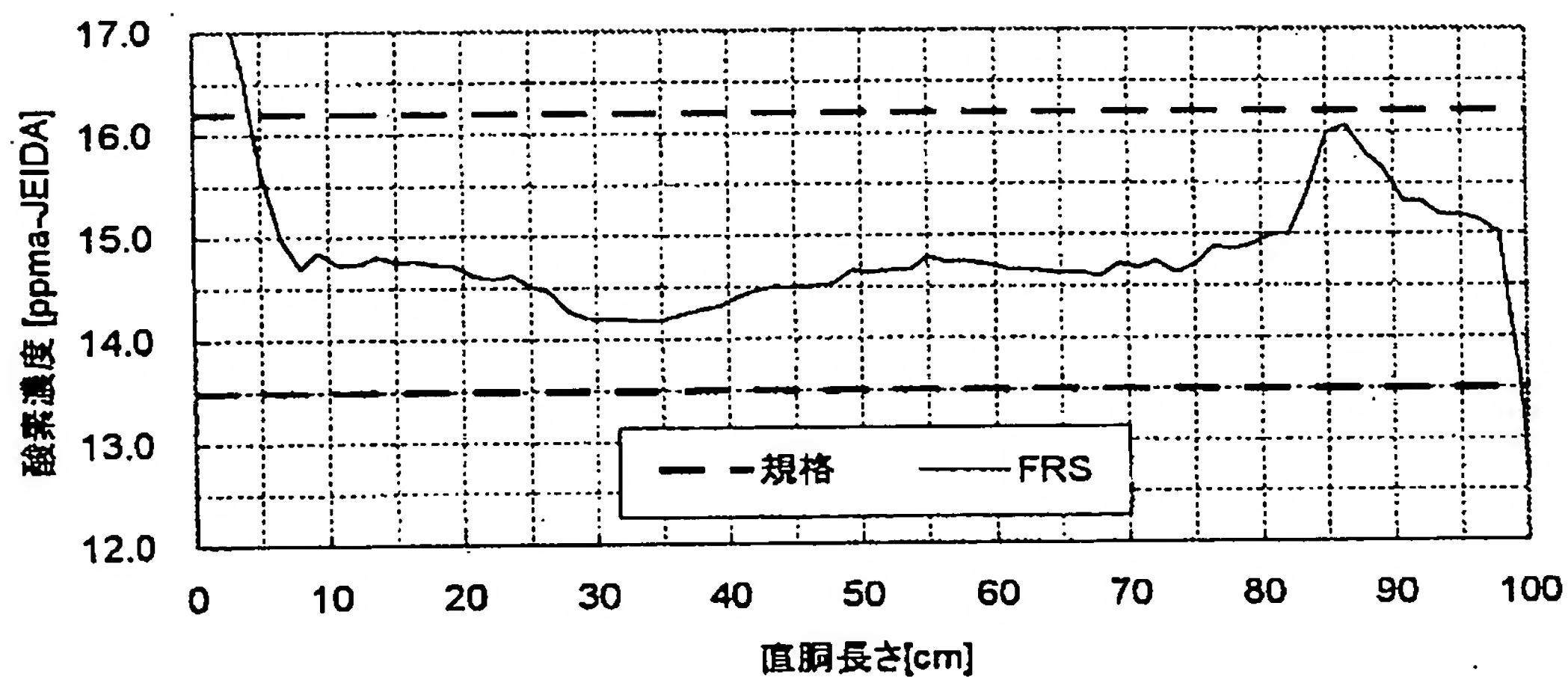
スして半導体ウェーハを製造することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の半導体ウェーハの製造方法。

- [6] 前記半導体インゴットとして、直径150mm以上のシリコン単結晶インゴットを用いることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の半導体ウェーハの製造方法。
- [7] 半導体インゴットを切断してブロックにする際の切断位置を決定するシステムであって、少なくとも、前記インゴットに対して成長軸方向の酸素濃度分布を測定する手段と、該測定した酸素濃度分布データをデータベースに取り込む手段と、前記切断により得るブロックの両端において酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を決定する手段と、該決定した切断位置の情報をインゴット切断機に送信する手段とを具備することを特徴とする半導体インゴットの切断位置決定システム。
- [8] 前記切断位置を決定する手段が、前記半導体インゴットを予め設定した長さの範囲内のブロックに分ける手段と、該ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となるように切断位置を調整する手段と、該ブロックの両端の酸素濃度が最大値及び最小値となることを確認する手段とを含むことを特徴とする請求項7に記載の半導体インゴットの切断位置決定システム。

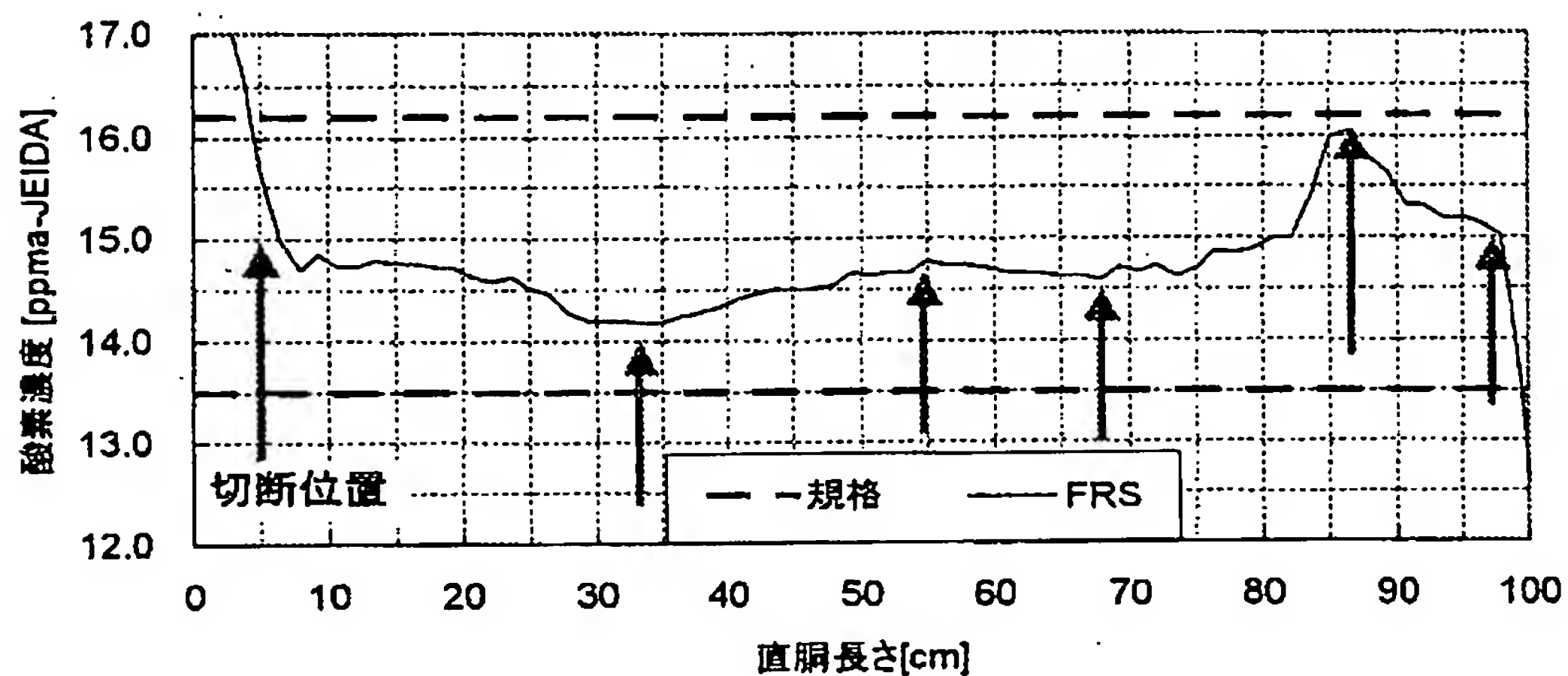


システムにて自動的に処理

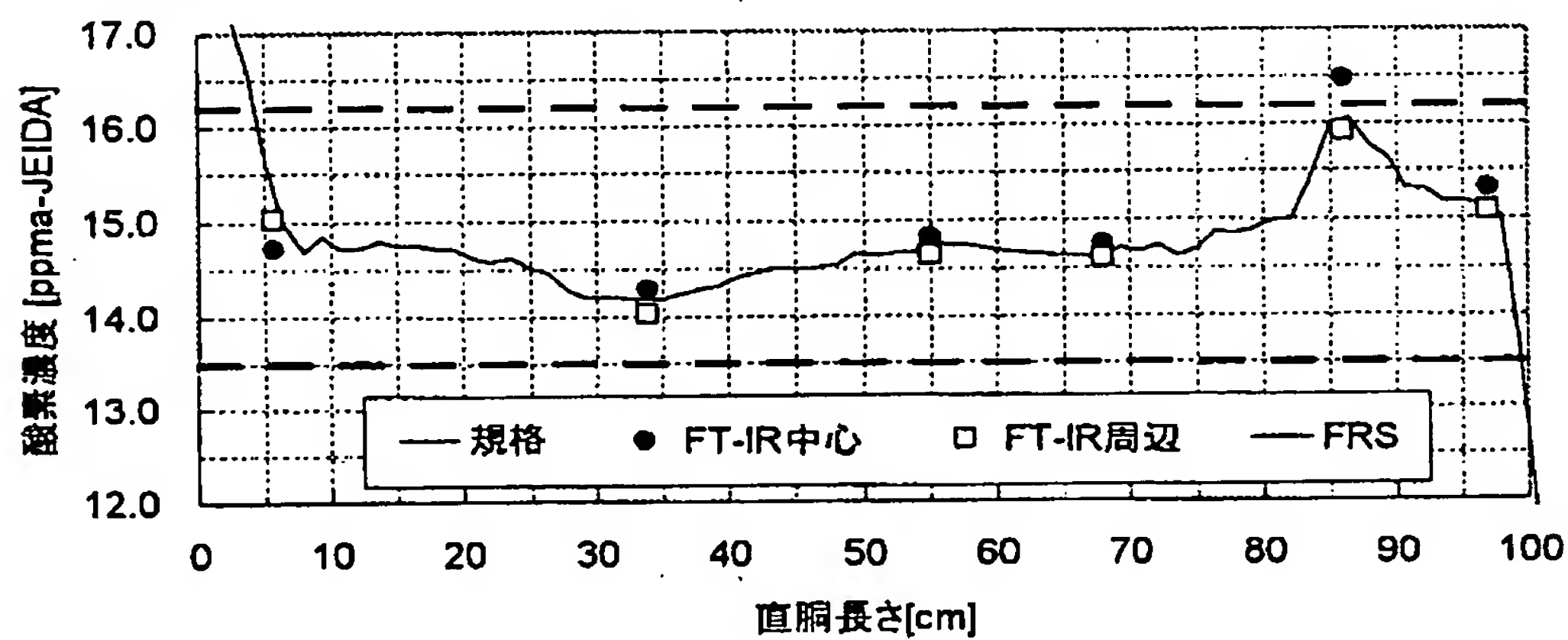
[図2]



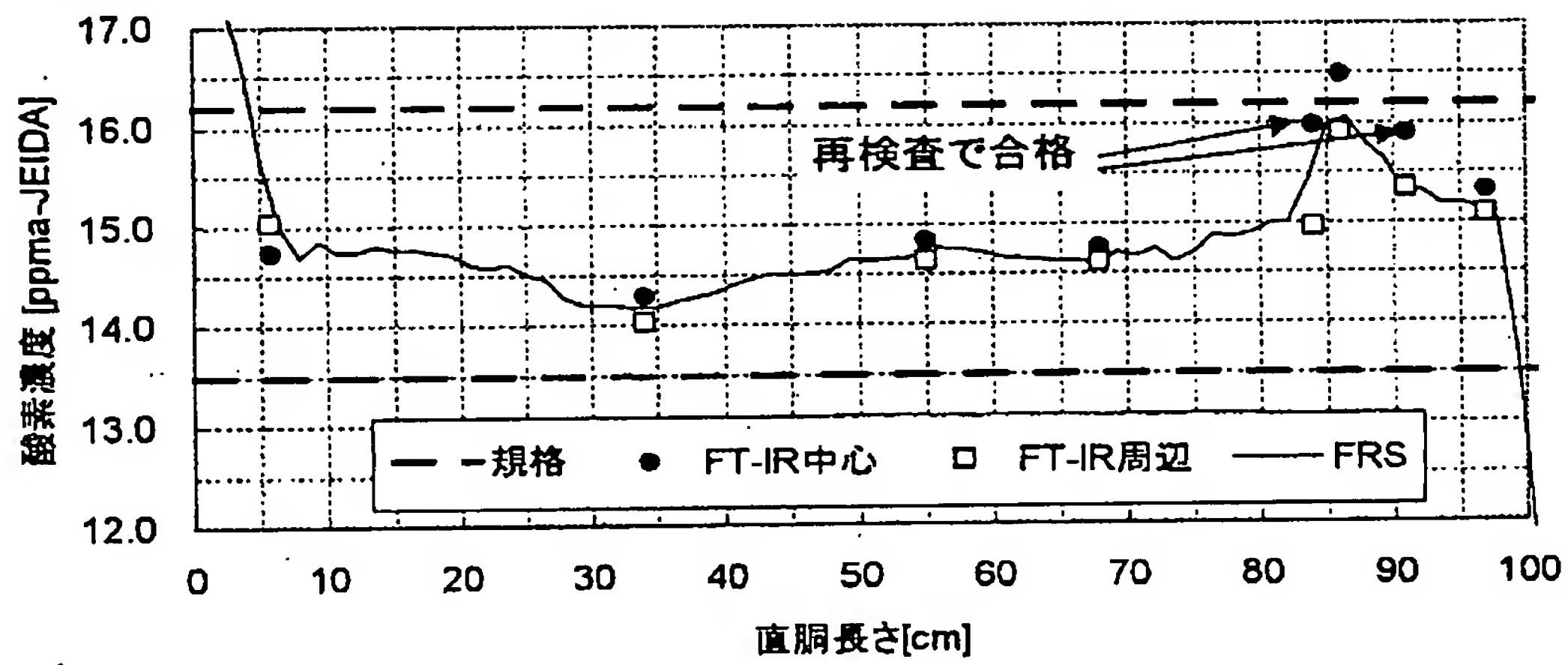
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/304, C30B29/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H01L21/304, C30B29/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-174593 A (MEMC Kabushiki Kaisha), 21 June, 2002 (21.06.02), Claims (Family: none)	1-8
A	JP 11-278983 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 12 October, 1999 (12.10.99), Claims (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
29 March, 2005 (29.03.05)

Date of mailing of the international search report
12 April, 2005 (12.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L 21/304, C30B 29/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L 21/304, C30B 29/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-174593 A (エム・イー・エム・シー株式会社) 2002.06.21, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 11-278983 A (住友金属工業株式会社) 1999.10.12, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.03.2005

国際調査報告の発送日

12.04.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

紀本 孝

3P

8815

電話番号 03-3581-1101 内線 3363